

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Jong-Hun LEE et al.
SERIAL NO. : Not Yet Assigned
FILED : September 29, 2003
FOR : GAIN-FLATTENED WIDEBAND ERBIUM-DOPED OPTICAL
FIBER AMPLIFIER

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

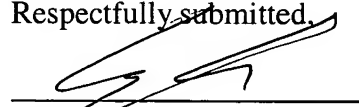
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-31402	May 17, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,



Steve S. Cha
Attorney for Applicant
Registration No. 44,069

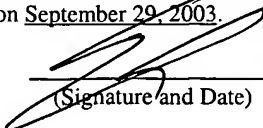
CHA & REITER
411 Hackensack Ave, 9th floor
Hackensack, NJ 07601
(201)518-5518

Date: September 29, 2003

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on September 29, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069
Name of Registered Rep.)



(Signature and Date)

9/29/03



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0031402
Application Number

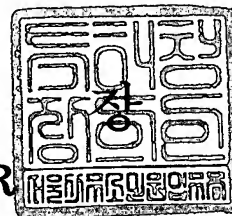
출원 년 월 일 : 2003년 05월 17일
Date of Application MAY 17, 2003

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 08 월 26 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【참조번호】 0002
【제출일자】 2003.05.17
【국제특허분류】 G02B
【발명의 명칭】 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기
【발명의 영문명칭】 GAIN-FLATTENED WIDE-BAND ERBIUM DOPED OPTICAL FIBER AMPLIFIER

【출원인】

【명칭】 삼성전자 주식회사
【출원인코드】 1-1998-104271-3

【대리인】

【성명】 이건주
【대리인코드】 9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】 2003-001449-1

【발명자】

【성명의 국문표기】 이종훈
【성명의 영문표기】 LEE, Jong Hun
【주민등록번호】 740118-1786315
【우편번호】 440-825
【주소】 경기도 수원시 장안구 율전동 265-47 102호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 박세강
【성명의 영문표기】 PARK, Se Kang
【주민등록번호】 731115-1037819
【우편번호】 463-767
【주소】 경기도 성남시 분당구 서당동(효자촌) 현대아파트 103동 1206호
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이학필
 【성명의 영문표기】 LEE,Hak Phil
 【주민등록번호】 750128-1155218
 【우편번호】 405-771
 【주소】 인천광역시 남동구 만수4동 만수주공1단지아파트
 103동 203호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이기철
 【성명의 영문표기】 LEE,Ki Cheol
 【주민등록번호】 721121-1392810
 【우편번호】 442-756
 【주소】 경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공2단지아파트
 201동 1701호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김중권
 【성명의 영문표기】 KIM,Jong Kwon
 【주민등록번호】 710112-1231112
 【우편번호】 300-802
 【주소】 대전광역시 동구 가양2동 146-12

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 도상현
 【성명의 영문표기】 DOH,Sang Hyun
 【주민등록번호】 700220-1684417
 【우편번호】 445-974
 【주소】 경기도 화성군 태안읍 병정리 809 주공아파트
 114-1703

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이상일
 【성명의 영문표기】 LEE,Sang Il

【주민등록번호】 640524-1010016
【우편번호】 110-771
【주소】 서울특별시 종로구 창신3동 쌍용아파트 205동 703호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이견주 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 5 면 5,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 9 항 397,000 원
【합계】 431,000 원

【요약서】**【요약】**

본 발명에 따른 엘-밴드 및 씨-밴드 광신호가 전송되는 광섬유 상에 배치되며 병렬 구조의 제1 및 제2 경로를 형성하는 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기는, 상기 제1 경로 상에 배치되며, 입력된 씨-밴드 광신호를 증폭하는 제1 어븀 첨가 광섬유와, 기설정된 통과 스펙트럼에 따라 상기 어븀 첨가 광섬유로부터 출력된 증폭된 씨-밴드 광신호를 이득 평탄화하는 필터와, 상기 제1 증폭부 및 필터 사이에 배치되며, 상기 증폭된 씨-밴드 광신호를 상기 필터로 출력하고, 상기 필터에서 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 경로로 출력하는 씨클레이터를 구비하는 제1 증폭부와; 상기 제2 경로 상에 배치되며, 입력된 엘-밴드 광신호를 증폭하는 제2 어븀 첨가 광섬유를 구비하며, 상기 제2 어븀 첨가 광섬유를 펌핑하기 위해 상기 필터로부터 입력된 상기 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 어븀 첨가 광섬유로 출력하는 제2 증폭부를 포함한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

광섬유 증폭기, 처프된 광섬유 격자, 어븀 첨가 광섬유, 이득 평탄화

【명세서】

【발명의 명칭】

이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기{GAIN-FLATTENED WIDE-BAND ERBIUM DOPED OPTICAL FIBER AMPLIFIER}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래에 따른 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 개략적으로 나타낸 도면,

도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 나타내는 도면,

도 3 내지 도 7은 도 2에 도시된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 출력 특성을 설명하기 위한 도면들,

도 8은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 나타내는 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <5> 본 발명은 광섬유 증폭기에 관한 것으로서, 특히 씨-밴드(C-band) 광신호 및 엘-밴드(L-band) 광신호를 증폭하기 위한 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier: EDFA)에 관한 것이다.
- <6> 광전송 시스템에 사용되는 광섬유 증폭기는 전송되는 광신호를 증폭하기 위한 장치로서, 광신호를 광전 변환없이 그대로 증폭함으로써 광전 변환에 사용되는 광부품이 불필요하고, 이로 인해 구성이 간단하며 경제적인 장점이 있다. 이런 광섬유 증폭기는 이득매체(gain medium) 광섬유와, 광펌핑(Optical Pumping)에 필요한 펌핑 광원과, 전송되는 광신호와 펌핑광을 이득매체 광섬유에 결합시키는 파장분할다중 광결합기(wavelength division multiplexing optical coupler: WDM coupler)와, 순방향으로 진행하는 광은 통과시키고 역방향으로 진행하는 광은 차단시키는 광아이솔레이터(optical isolator) 등으로 구성된다.
- <7> 광신호 증폭은 어븀 등과 같은 희토류 금속 원소 등을 첨가한 이득매체 광섬유의 유도 방출 과정을 통해서 이루어진다. 펌핑광은 이득매체 광섬유에 첨가된 이온 상태의 희토류 원소를 여기시키고, 이득매체 광섬유에 입사된 광신호는 여기된 이온의 유도 방출 과정을 통해서 증폭된다. 현재 초고속 파장분할다중 광전송 시스템에서 널리 사용되고 있는 파장 대역은 $1.55\mu\text{m}$ 파장 대역이며, 이런 파장 대역의 광신호를 증폭하기에 적절한 어븀 첨가된 광섬유 증폭기가 주로 사

용된다. 여기서, WDM 광통신 시스템은 파장마다 채널을 부여하여 다수의 채널을 파장분할 다중화를 통해서 하나의 광섬유에 동시에 전송할 수 있는 기술로서 전송 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 현재, WDM 광통신 시스템은 보다 넓은 전송 대역을 확보하기 위해서 파장 대역이 1525 ~ 1565nm인 씨-밴드 뿐만 아니라 파장 대역이 1570 ~ 1610nm인 엘-밴드도 광신호 대역으로 사용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. WDM 광통신 시스템의 핵심 소자 중의 하나인 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 있어서, 씨-밴드 광신호 뿐만 아니라 엘-밴드 광신호도 증폭할 수 있는 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

<8> 일반적으로 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기는 밀도 반전(Population Inversion)을 대략 70 ~ 100 % 정도에서 사용하지만, 이러한 경우의 파장별 이득 특성이 평탄하지 못하다는 단점을 가지고 있다. 통상적으로, 1530 nm 파장의 이득이 가장 높고, 1560 nm 파장의 이득이 상대적으로 낮은 특징이 있다. 파장에 따른 이득 특성이 균일하지 못하기 때문에 여러 가지 이득 평탄화 방식이 채용되고 있다. 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득을 평탄화시키기 위한 종래의 방식들로는 광학 필터를 이용하는 방식, 페브리-페롯 필터(Fabry-Perot filter)를 이용하는 방식, 마하-젠더 간섭계(Mach-Zender interferometer)를 이용하는 방식, 유전체 박막을 이용하는 방식, 광섬유 격자(fiber Bragg grating: FBG) 필터를 이용하는 방식 등 여러 가지가 있다. 기 상술한 이득 평탄화 방식은 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득 스펙트럼과 반대되는 손실 스펙트럼 특성을 갖도록 필터를 설계하고, 이 필터를 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 삽입함으로써 파

장에 따른 균일한 이득을 얻는 것이다. 이런 여러 가지 이득 평탄화 방식들 중 현재 광섬유 격자를 이용한 필터 방식이 주로 사용되고 있다.

<9> 광섬유 격자는 광섬유 코어 내에 주기적으로 굴절률이 변하는 광섬유 소자로서 입사된 다파장의 광신호 중 특정 파장의 신호(채널)만을 반사시키거나 소멸시키는 특징이 있다. 광섬유 격자는 격자 주기에 따라서 단주기(반사형) 광섬유 격자와 장주기(소멸형) 광섬유 격자로 나눌 수 있다. 단주기 광섬유 격자는 광섬유 코어 내의 굴절률 변화의 주기(일반적으로 격자주기라 함)가 수 백 nm 이내이며, 순방향으로 진행하는 모드와 역방향으로 진행하는 모드 사이에서 광섬유 모드 결합이 발생함으로써 입사된 다파장의 광신호 중 특정 파장의 채널만이 반사되는 특징이 있다. 한편, 장주기 광섬유 격자는 격자 주기가 수백 μm 이내이며, 순방향으로 진행하는 두 모드들 사이에서 모드 결합이 발생함으로써 다파장의 광신호 중 특정 파장의 채널만을 소멸시키는 특징이 있다. 광섬유 격자의 투과(반사) 스펙트럼은 격자 주기, 격자 세기, 격자 길이, 굴절률 분포 방식에 따라서 적절히 조절할 수 있다.

<10> 장주기 격자를 이용하여 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득을 평탄화시키는 방식은 장주기 격자의 투과 스펙트럼을 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득 스펙트럼과 반대가 되도록 적절히 설계하고, 설계된 장주기 격자를 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 삽입함으로써 파장에 따른 이득을 일정하게 한다. 이런 장주기 격자를 이용한 방식은 반사되는 광신호가 없어서 별도의 추가적인 광부품이 필요없다는 장점이 있다. 하지만, 장주기 격자는 온도에 대해서 스펙트럼 특성이 매우 민감하게 반응하는 단점이 있다. 이런 장주기 격자의 온도

민감성 문제를 해결하기 위해서, 단주기 격자의 일종인 처프된 광섬유 격자(chirped FBG : CFBG)를 사용하는 방식이 제안되었다. 이때, 처프된 광섬유 격자는 길이 방향을 따라 격자 주기가 선형적으로 또는 비선형적으로 변하는 격자이다. 처프된 광섬유 격자를 사용하여 이득 스펙트럼을 평탄화시키는 방식에 따르면, 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득 스펙트럼과 반대가 되도록 처프된 격자의 반사 스펙트럼을 설계하고, 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 처프된 광섬유 격자를 삽입하여 이득 스펙트럼을 균일하게 한다. 이 때, 처프된 광섬유 격자에 의해서 반사된 광신호가 순방향으로 진행하는 광신호와 결합하여 간섭을 일으키는 것을 막기 위해서 광 아이솔레이터와 같은 부가적인 광부품이 필요하다는 단점이 있다.

- <11> 엘-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기는 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기와 비교해서 펌핑 광원에는 차이가 없으나 밀도반전(Population Inversion)이 대략 40%인 상태를 이용하기 때문에 씨-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기와 비해서 어븀 첨가 광섬유의 길이가 대략 5-10배 이상 더 길어야 한다. 그리고, 엘-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기에서 기존 980nm 또는 1480nm 고전력 LD 광원과 함께 씨-밴드(1530nm, 1550nm 또는 1570nm 파장) 광원을 보조 펌핑 광원으로 사용하여 동시 펌핑(co-pumping)함으로써 엘-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득평탄특성이 향상된 것으로 보고 된 바 있다[엠. 후쿠시마(M. Fukushima), 와이. 타시로(Y. Tashiro) 그리고 에이치. 오고시(H. Ogoshi), '고밀도 WDM 전송 시스템을 위한 1570nm-1600nm 영역에서 이득 평탄화된 어븀 첨가 광섬유 증폭기(Flat gain erbium-doped fiber amplifier in 1570nm-1600nm region for dense WDM

transmission systems)', OFC'97, vol. PD3, 1997]. 이런 엘-밴드 어븀 첨가 광섬유 증폭기는 이득 평탄 특성을 향상시킬 수는 있으나, 보조 펌핑 광원으로 별도의 외부 광원이 필요하다는 단점이 있다.

<12> 도 1은 종래에 따른 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다. 상기 어븀 첨가 광섬유 증폭기(100)는 외부 광섬유(110) 상에 배치되며, 제1 및 제2 증폭부(170,180)를 구비하고, 상기 제1 및 제2 증폭부(170,180)를 병렬 구조로 연결하기 위한 제1 및 제5 WDM 광결합기(121,125)를 포함한다.

<13> 상기 제1 WDM 광결합기(121)는 외부 광섬유(110)를 통해 입력되는 1550/1580nm 파장 대역의 광신호를 1550nm(씨-밴드) 및 1580nm(엘-밴드) 파장 대역으로 분리하고, 씨-밴드 광신호를 제1 경로로, 엘-밴드 광신호를 제2 경로로 출력한다.

<14> 상기 제1 증폭부(170)는 제1 및 제2 광아이솔레이터(131,132)와, 제1 펌프 LD(pump LD, 141,142)와, 제2 WDM 광결합기(122)와, 제1 어븀 첨가 광섬유(151)와, 처프된 광섬유 격자(160)를 포함한다. 상기 제1 및 제2 광아이솔레이터(131,132)는 각각 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(151)로부터 출력되는 ASE 잡음 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다. 상기 제1 펌프 LD(141)는 980nm 또는 1480nm 파장의 제1 펌프광을 출력하고, 상기 제1 및 제2 광아이솔레이터(131,132) 사이에 개재된 제2 WDM 광결합기(122)는 상기 제1 광아이솔레이터(131)를 통과한 씨-밴드 광신호와 상기 제1 펌프 LD(141)로부터 입력된 제1 펌프광을 결합하여 출력한다. 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(151)는 상기 제2 광아이솔

레이터(132)를 통과한 제1 펌프광에 의해 밀도 반전되며(펌핑되며), 상기 제2 광 아이솔레이터(132)를 통과한 씨-밴드 광신호를 증폭한다. 상기 처프된 광섬유 격자(160)는 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(151)로부터 입력된 씨-밴드 광신호를 이득 평탄화한다.

<15> 상기 제2 증폭부(180)는 제3 광아이솔레이터(133)와, 제2 및 제3 펌프 LD(142,143)와, 제3 및 제4 WDM 광결합기(123,124)와, 제2 어븀 첨가 광섬유(152)를 포함한다. 상기 제3 광아이솔레이터(133)는 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(152)로부터 출력되는 ASE 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다. 상기 제2 펌프 LD(142)는 980nm 또는 1480nm 파장의 제2 펌프광을 출력하고, 제3 WDM 광결합기(123)는 상기 제3 광아이솔레이터(133)를 통과한 엘-밴드 광신호와 상기 제2 펌프 LD(142)로부터 입력된 제2 펌프광을 결합하여 출력한다. 상기 제3 펌프 LD(143)는 1550, 1530 또는 1570nm 파장의 제3 펌프광을 출력하고, 상기 제4 WDM 광결합기(124)는 상기 제3 WDM 광결합기(123)로부터 입력된 엘-밴드 광신호와 제2 및 제3 펌프광을 결합하여 출력한다. 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(152)는 상기 제4 WDM 광결합기(124)로부터 입력된 제2 및 제3 펌프광에 의해 밀도 반전되며, 상기 제4 WDM 광결합기(124)로부터 입력된 엘-밴드 광신호를 증폭한다.

<16> 상기 제5 WDM 광결합기(125)는 상기 제1 및 제2 경로를 통해 입력되는 씨-밴드 및 엘-밴드 광신호를 결합하여 외부 광섬유(110)를 통해 출력한다.

<17> 상기 제1 및 제2 어븀 첨가 광섬유(151,152)는 그 구성이 동일하지만, 상기 제2 광섬유의 길이가 상대적으로 더 길다. 또한, 상기 제1 및 제2 어븀 첨가 광섬유(151,152)는 입력되는 광신호와 펌프광의 진행 방향이 동일한 순방향 펌핑

구조를 취하고 있으나, 필요에 따라 입력되는 광신호와 펌프광의 진행 방향이 서로 반대인 역방향 펌핑 구조를 취할 수 있다.

- <18> 그러나, 상술한 바와 같이 종래에 따른 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기 (100)는 씨-밴드 광신호 뿐만 아니라 엘-밴드 광신호의 이득 평탄 특성이 향상되나, 제1 증폭부(170)에 역방향 ASE 잡음을 막기 위한 부가적인 제2 광아이솔레이터(132)를 구비해야 하고, 제2 증폭부(180)에 보조 펌프 광원으로서 별도의 제2 펌프 LD(142)를 필요로 한다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <19> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 별도의 펌프 광원이 필요하지 않아서 저렴하고 단순한 구성을 갖는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기를 제공함에 있다.
- <20> 상기한 목적들을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 엘-밴드 및 씨-밴드 광신호가 전송되는 광섬유 상에 배치되며 병렬 구조의 제1 및 제2 경로를 형성하는 광대역 광섬유 증폭기는, 상기 제1 경로 상에 배치되며, 입력된 씨-밴드 광신호를 증폭하는 제1 증폭부와, 기설정된 반사 곡선에 따라 상기 어븀 첨가 광섬유로부터 출력된 증폭된 씨-밴드 광신호를 이득 평탄화하는 필터와, 상기 제1 증폭부 및 필터 사이에 배치되며 상기 증폭된 씨-밴드 광신호를 상기 필터로 출력하고 상기 필터에서 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 경로로 출력하는 씨클레이터를 포함하는 씨-밴드 증폭부와; 상기 제2 경로 상에 배치되며, 입력된 엘-밴드 광신

호를 증폭하는 제2 증폭부와, 상기 제2 증폭부를 펌핑하기 위해 상기 필터로부터 입력된 상기 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 증폭부로 출력하는 광결합기를 포함하는 엘-밴드 증폭부를 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <21> 이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.
- <22> 도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 나타내는 도면이다. 상기 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(200)는 외부 광섬유(210) 상에 배치되며, 제1 및 제2 증폭부(280,290)를 구비하고, 상기 제1 및 제2 증폭부(280,290)를 병렬 구조로 연결하기 위한 제1 및 제5 WDM 광결합기(221,225)를 포함한다.
- <23> 상기 제1 WDM 광결합기(221)는 외부 광섬유(210)를 통해 입력되는 1550/1580nm 파장 대역의 광신호를 1550nm(씨-밴드) 및 1580nm(엘-밴드) 파장 대역으로 분리하고, 씨-밴드 광신호를 제1 경로로, 엘-밴드 광신호를 제2 경로로 출력한다.
- <24> 상기 제1 증폭부(280)는 제1 광아이솔레이터(231)와, 제1 펌프 광원(241)과, 제2 WDM 광결합기(222)와, 제1 어븀 첨가 광섬유(251)와, 씨클레이터(260)와, 필터(270)를 포함한다.

- <25> 상기 제1 광아이솔레이터(231)는 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(251)로부터 출력되는 ASE 잡음 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다.
- <26> 상기 제1 펌프 광원(241)은 980nm 또는 1480nm 파장의 제1 펌프광을 출력하고, 상기 제1 펌프 광원(241)으로서는 LD, LED 등을 사용할 수 있다.
- <27> 상기 제2 WDM 광결합기(222)는 상기 제1 광아이솔레이터(231)를 통과한 씨-밴드 광신호와 상기 제1 펌프 광원(241)으로부터 입력된 제1 펌프광을 결합하여 출력한다.
- <28> 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(251)는 상기 제2 WDM 광결합기(222)로부터 입력된 제1 펌프광에 의해 밀도 반전되며(펌핑되며), 상기 제2 WDM 광결합기(222)로부터 입력된 씨-밴드 광신호를 증폭한다.
- <29> 상기 씨클레이터(260)는 제1 내지 제3 포트를 구비하며, 그 상위 포트에 입력된 광을 그 인접한 하위 포트에 출력한다. 상기 씨클레이터(260)의 제1 포트는 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(251)와 연결되며, 제2 포트는 상기 필터(270)와 연결되고, 제3 포트는 상기 제2 증폭부(290)와 연결된다. 상기 씨클레이터(260)는 제1 포트에 입력된 씨-밴드 광신호를 제2 포트에 출력하고, 상기 제2 포트에 입력된 필터링된 씨-밴드 광신호를 제3 포트에 출력한다.
- <30> 상기 필터(270)는 그 투과 스펙트럼 특성이 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(251)의 이득 스펙트럼과 반대가 되도록 설계되며, 상기 이득 스펙트럼에서 불균일한 부분(즉, 필터링되는 씨-밴드 광신호)은 상기 필터(270)에 의해 반사되고,

반사된 씨-밴드 광신호는 제2 펌프광으로서 상기 씨클레이터(260)의 제2 포트에 입력된다.

<31> 상기 제2 증폭부(290)는 제2 광아이솔레이터(232)와, 제2 펌프 광원(242)과, 제3 및 제4 WDM 광결합기(223,224)와, 제2 어븀 첨가 광섬유(252)를 포함한다.

<32> 상기 제2 광아이솔레이터(232)는 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(252)로부터 출력되는 ASE 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다.

<33> 제3 WDM 광결합기(223)는 상기 제2 광아이솔레이터(232)를 통과한 엘-밴드 광신호와 상기 씨클레이터(260)로부터 입력된 제2 펌프광을 결합하여 출력한다.

<34> 상기 제2 펌프 광원(242)은 1550, 1530 또는 1570nm 파장의 제3 펌프광을 출력하고, 상기 제2 펌프 광원(242)으로서는 LD, LED 등을 사용할 수 있다.

<35> 상기 제4 WDM 광결합기(224)는 상기 제3 WDM 광결합기(223)로부터 입력된 엘-밴드 광신호 및 제2 펌프광과 제3 펌프광을 결합하여 출력한다. 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(252)는 상기 제4 WDM 광결합기(224)로부터 입력된 제2 및 제3 펌프광에 의해 밀도 반전되며(펌핑되며), 상기 제4 WDM 광결합기(224)로부터 입력된 엘-밴드 광신호를 증폭한다.

<36> 상기 제5 WDM 광결합기(225)는 상기 제1 및 제2 경로를 통해 입력되는 씨-밴드 및 엘-밴드 광신호를 결합하여 외부 광섬유(210)를 통해 출력한다.

<37> 상기 제1 및 제2 어븀 첨가 광섬유(251,252)는 순방향 펌핑 구조를 취하고 있으나, 상기 제1 및 제2 어븀 첨가 광섬유(251,252)는 각각 순방향 또는 역방향

펌핑될 수 있다. 상기 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(200)는 우선 상기 필터(270)를 이용하여 상기 제1 증폭부의 이득 특성을 평탄화시키고, 이후 상기 필터에서 반사되는 씨-밴드 광신호를 보조적인 제2 펌프광으로서 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(252)에 제공함으로써 가격 경쟁력 및 간단한 구조를 갖게 된다.

<38> 도 3 내지 도 7은 도 2에 도시된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(200)의 출력 특성을 설명하기 위한 도면들이다. 도 3은 제1 어븀 첨가 광섬유(251)의 이득 스펙트럼을 나타내며, 단파장 대역에서 이득 극대값을 가짐을 알 수 있다. 도 4는 필터(270)의 투과 스펙트럼을 나타내며, 단파장 대역에서 이득 극소값을 가짐을 알 수 있다. 도 5는 상기 필터(270)에 의해 이득 평탄화된 제1 증폭부(280)의 이득 스펙트럼을 나타내는 도면이고, 도 6은 상기 필터(270)에 의해 반사된 씨-밴드 광신호를 보조적인 제2 펌프광으로 사용함으로써 이득 평탄화된 제2 증폭부(290)의 이득 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 7은 상기 필터(270)에 의해 씨-밴드 및 엘-밴드에 걸쳐 이득 평탄화된 상기 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(200)의 이득 스펙트럼을 나타낸 도면이다.

<39> 도 8은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 구성을 나타내는 도면이다. 상기 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(300)는 외부 광섬유(310) 상에 배치되며, 제1 및 제2 증폭부(380, 390)를 구비하고, 상기 제1 및 제2 증폭부(380, 390)를 병렬 구조로 연결하기 위한 제1 및 제5 WDM 광결합기(321, 325)를 포함한다. 상기 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기(300)는 도 2에 도시된 구성과 유사하며, 상기 제2 증폭부(390)의 펌핑 구조에만 차이가 있다.

- <40> 상기 제1 WDM 광결합기(321)는 외부 광섬유(310)를 통해 입력되는 1550/1580nm 파장 대역의 광신호를 1550nm(씨-밴드) 및 1580nm(엘-밴드) 파장 대역으로 분리하고, 씨-밴드 광신호를 제1 경로로, 엘-밴드 광신호를 제2 경로로 출력한다.
- <41> 상기 제1 증폭부(380)는 제1 광아이솔레이터(331)와, 제1 펌프 광원(341)과, 제2 WDM 광결합기(322)와, 제1 어븀 첨가 광섬유(351)와, 써큘레이터(360)와, 필터(370)를 포함한다.
- <42> 상기 제1 광아이솔레이터(331)는 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(351)로부터 출력되는 ASE 잡음 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다.
- <43> 상기 제1 펌프 광원(341)은 980nm 또는 1480nm 파장의 제1 펌프광을 출력하고, 상기 제1 펌프 광원(341)으로서는 LD, LED 등을 사용할 수 있다.
- <44> 상기 제2 WDM 광결합기(322)는 상기 제1 광아이솔레이터(331)를 통과한 씨-밴드 광신호와 상기 제1 펌프 광원(341)으로부터 입력된 제1 펌프광을 결합하여 출력한다.
- <45> 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(351)는 상기 제2 WDM 광결합기(322)로부터 입력된 제1 펌프광에 의해 밀도 반전되며, 상기 제2 WDM 광결합기(322)로부터 입력된 씨-밴드 광신호를 증폭한다.
- <46> 상기 써큘레이터(360)는 제1 내지 제3 포트를 구비하며, 그 상위 포트에 입력된 광을 그 인접한 하위 포트에 출력한다. 상기 써큘레이터(360)의 제1 포트는 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(351)와 연결되며, 제2 포트는 상기 필터(370)와 연

결되고, 제3 포트는 상기 제2 증폭부(390)와 연결된다. 상기 써큘레이터(351)는 제1 포트에 입력된 씨-밴드 광신호를 제2 포트로 출력하고, 상기 제2 포트에 입력된 필터링된 씨-밴드 광신호를 제3 포트로 출력한다.

<47> 상기 필터(370)는 그 투과 스펙트럼 특성이 상기 제1 어븀 첨가 광섬유(351)의 이득 스펙트럼과 반대가 되도록 설계되며, 상기 이득 스펙트럼에서 불균일한 부분(즉, 필터링되는 씨-밴드 광신호)은 상기 필터(370)에 의해 반사되고, 반사된 씨-밴드 광신호는 제2 펌프광으로서 상기 써큘레이터(360)의 제2 포트에 입력된다.

<48> 상기 제2 증폭부(390)는 제2 광아이솔레이터(332)와, 제2 펌프 광원(342)과, 제3 및 제4 WDM 광결합기(323,324)와, 제2 어븀 첨가 광섬유(352)를 포함한다.

<49> 상기 제2 광아이솔레이터(332)는 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(352)로부터 출력되는 ASE 등과 같은 역방향으로 진행하는 광을 차단한다.

<50> 상기 제2 펌프 광원(342)은 1550, 1530 또는 1570nm 파장의 제3 펌프광을 출력하고, 상기 제2 펌프 광원(342)으로서는 LD, LED 등을 사용할 수 있다.

<51> 상기 제4 WDM 광결합기(324)는 제2 광아이솔레이터(332)를 통과한 엘-밴드 광신호 및 제3 펌프광을 결합하여 출력한다.

<52> 제3 WDM 광결합기(323)는 상기 써큘레이터(360)로부터 입력된 제2 펌프광을 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(352)로 출력하고, 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(352)로부터 입력된 엘-밴드 광신호를 그대로 통과시킨다.

<53> 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(352)는 상기 제4 WDM 광결합기(324)로부터 입력된 제3 펌프광과 상기 제3 WDM 광결합기(323)로부터 입력된 제2 펌프광에 의해 밀도 반전되며, 상기 제4 WDM 광결합기(352)로부터 입력된 엘-밴드 광신호를 증폭한다. 즉, 상기 제2 어븀 첨가 광섬유(352)는 상기 제3 펌프광에 의해 순방향 펌핑되고, 상기 제2 펌프광에 의해 역방향 펌핑된다.

<54> 상기 제5 WDM 광결합기(325)는 상기 제1 및 제2 경로를 통해 입력되는 씨-밴드 및 엘-밴드 광신호를 결합하여 외부 광섬유(310)를 통해 출력한다.

【발명의 효과】

<55> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기는 필터를 이용하여 제1 증폭부의 이득 특성을 평탄화시키고, 이후 상기 필터에서 반사되는 씨-밴드 광신호를 보조 펌프광으로서 제2 어븀 첨가 광섬유에 제공하여 상기 제2 증폭부의 이득 특성을 평탄화시킴으로써, 종래에 비하여 가격 경쟁력 및 간단한 구조를 갖게 된다는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

엘-밴드 및 씨-밴드 광신호가 전송되는 광섬유 상에 배치되며 병렬 구조의 제1 및 제2 경로를 형성하는 광대역 어블 첨가 광섬유 증폭기에 있어서,

상기 제1 경로 상에 배치되며, 입력된 씨-밴드 광신호를 증폭하는 제1 어블 첨가 광섬유와, 기설정된 투과 스펙트럼에 따라 상기 어블 첨가 광섬유로부터 출력된 증폭된 씨-밴드 광신호를 이득 평탄화하는 필터와, 상기 제1 증폭부 및 필터 사이에 배치되며, 상기 증폭된 씨-밴드 광신호를 상기 필터로 출력하고, 상기 필터에서 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 경로로 출력하는 씨클레이터를 구비하는 제1 증폭부와;

상기 제2 경로 상에 배치되며, 입력된 엘-밴드 광신호를 증폭하는 제2 어블 첨가 광섬유를 구비하며, 상기 제2 어블 첨가 광섬유를 펌핑하기 위해 상기 필터로부터 입력된 상기 반사된 씨-밴드 광신호를 상기 제2 어블 첨가 광섬유로 출력하는 제2 증폭부를 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어블 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 광섬유를 통해 입력되는 씨-밴드 및 엘-밴드 광신호를 분리하고, 상기 씨-밴드 광신호를 제1 경로로, 상기 엘-밴드 광신호를 제2 경로로 출력하는 제1 파장분할다중 광결합기와;

상기 제1 및 제2 경로를 통해 입력되는 씨-밴드 및 엘-밴드 광신호를 결합하여 상기 광섬유를 통해 출력하는 제5 파장분할다중 광결합기를 더 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 제1 증폭부는,

상기 제1 어븀 첨가 광섬유에 제공되는 제1 펄스광을 출력하는 제1 펄스광원과;

상기 제1 펄스광을 상기 제1 어븀 첨가 광섬유로 출력하는 제2 파장분할다중 광결합기를 더 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 제1 증폭부는,

상기 제1 경로 상에 배치되며, 역방향으로 진행하는 광을 차단하기 위한 제1 광아이솔레이터를 더 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 제2 증폭부는,

상기 제2 어븀 첨가 광섬유에 제공되는 제3 펌프광을 출력하는 제2 펌프 광원과;

상기 제3 펌프광을 상기 제2 어븀 첨가 광섬유로 출력하는 제4 파장분할다중 광결합기를 더 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 제2 증폭부는,

상기 제2 경로 상에 배치되며, 역방향으로 진행하는 광을 차단하기 위한 제2 광아이솔레이터를 더 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 필터는 처프된 광섬유 격자를 포함함을 특징으로 하는 이득 평탄화된
광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 제2 어븀 첨가 광섬유는 상기 반사된 씨-밴드 광신호에 의해 순방향
펌핑됨을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

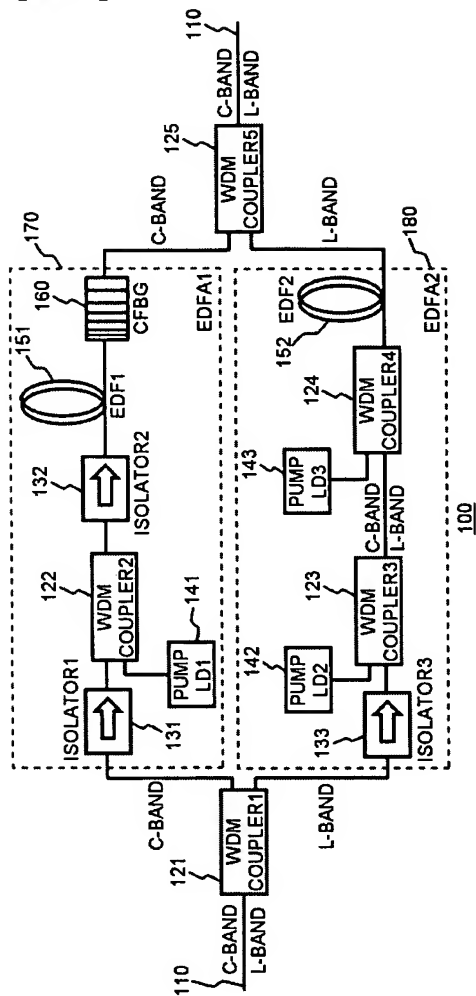
【청구항 9】

제1항에 있어서,

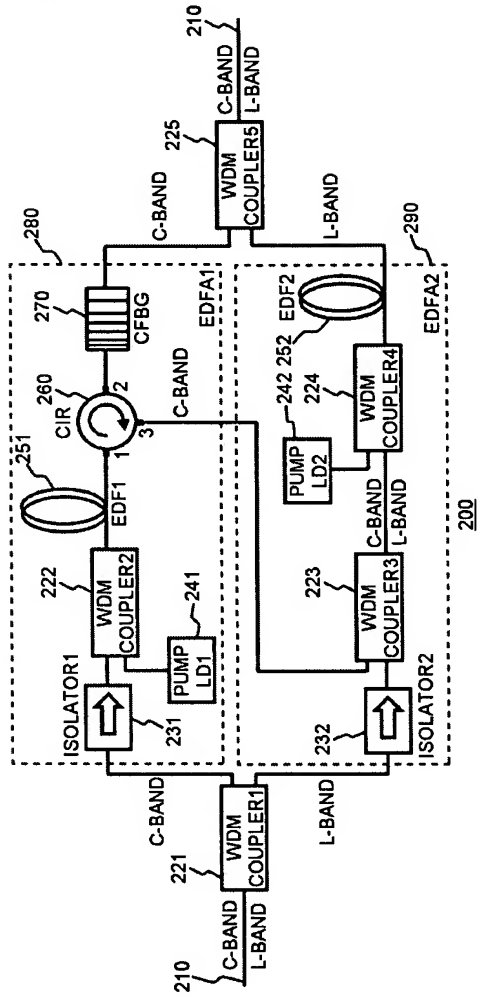
상기 제2 어븀 첨가 광섬유는 상기 반사된 씨-밴드 광신호에 의해 역방향
펌핑됨을 특징으로 하는 이득 평탄화된 광대역 어븀 첨가 광섬유 증폭기.

【도면】

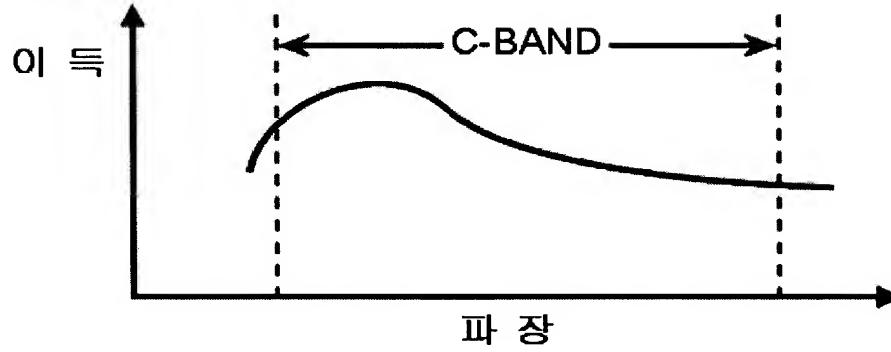
【도 1】



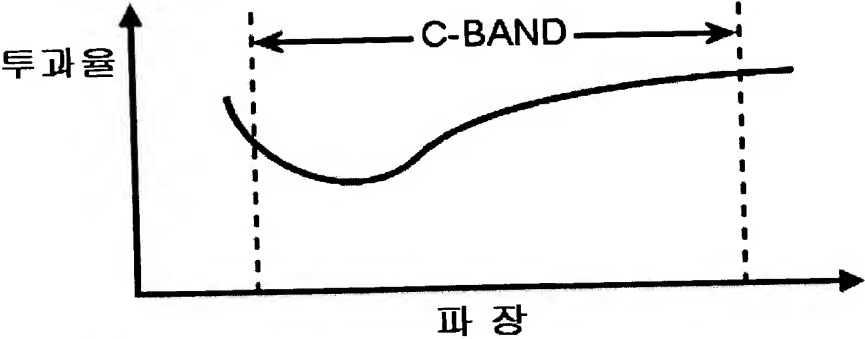
【도 2】



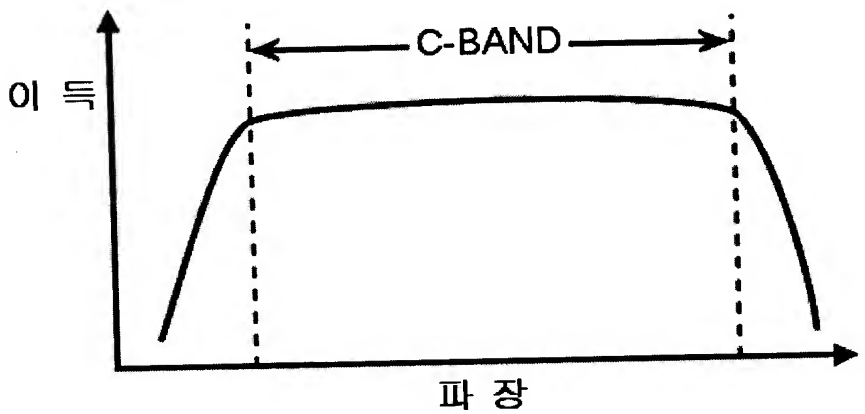
【도 3】



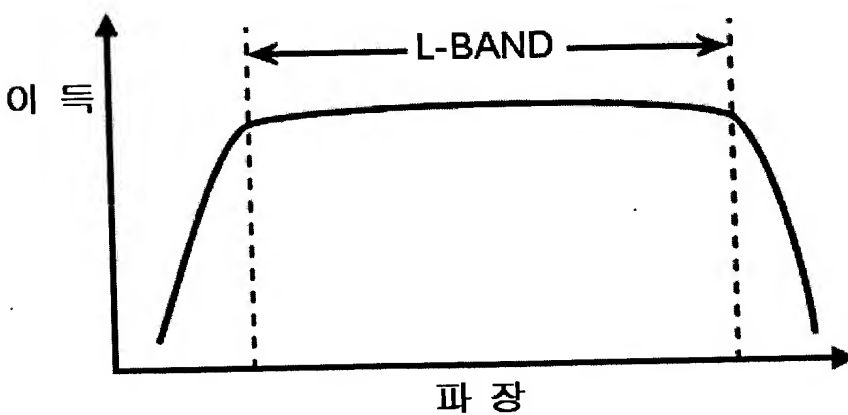
【도 4】



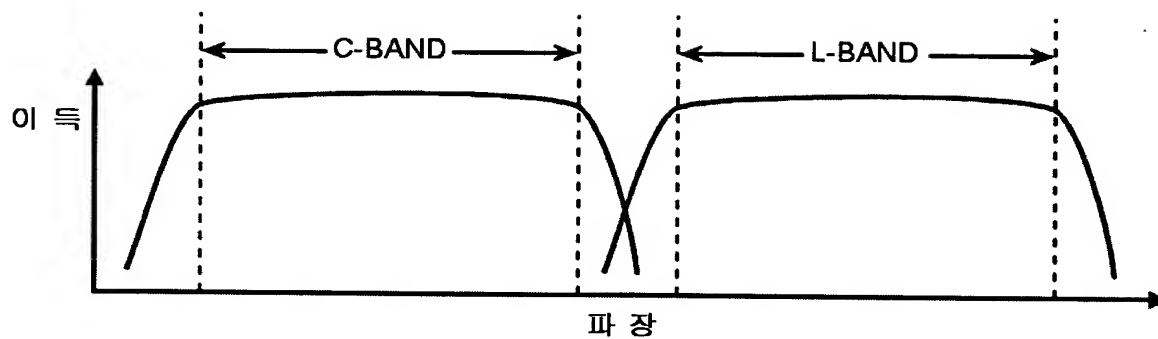
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

